

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-277252

(P2001-277252A)

(43) 公開日 平成13年10月9日 (2001. 10. 9)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード* (参考)
B 2 9 C 33/38		B 2 9 C 33/38	4 F 2 0 2
B 2 2 F 3/105		B 2 2 F 3/105	4 K 0 1 8
3/14	1 0 1	3/14	1 0 1 B
5/00		5/00	F

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-92717(P2000-92717)

(22) 出願日 平成12年3月30日 (2000. 3. 30)

(71) 出願人 598101262

諏訪熱工業株式会社

長野県諏訪市中洲4750番地11

(71) 出願人 391001619

長野県

長野県長野市大字南長野字幅下692-2

(71) 出願人 000183381

住友石炭鉱業株式会社

東京都港区西新橋三丁目20番4号

(74) 代理人 100090170

弁理士 横沢 志郎

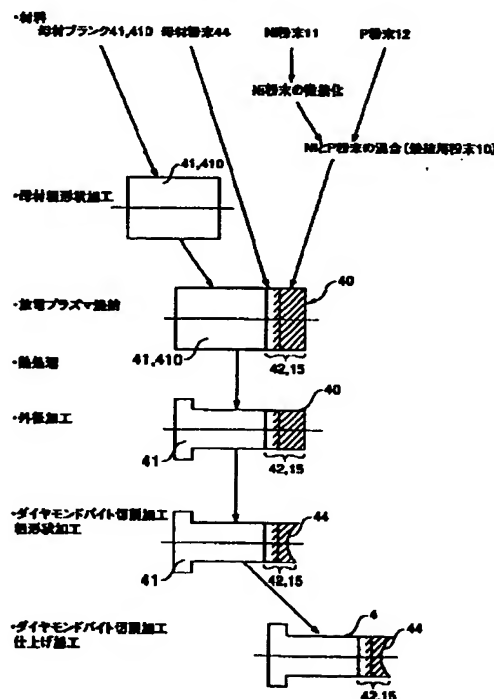
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 キャビティ形成金型の製造方法、キャビティ形成金型および樹脂成型品

## (57) 【要約】

【課題】 無電解ニッケル-リンめっきを行わずに、ダイヤモンドバイト切削加工などの機械加工を高い精度で行なえるようにすることにより、製造コストを低減でき、かつ、歩留まりの向上を図ることのできる樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法、キャビティ形成金型および樹脂成型品を提供すること。

【解決手段】 キャビティ形成金型4の製造方法において、その原形40のうち、キャビティ形成面44など後でダイヤモンドバイト切削を行なう部分については、ニッケル-リンの焼結体15で構成する。このとき、焼結体15と母材41との境界部分では、放電プラズマ焼結するのに用いたニッケル-リン系の焼結用粉末10、および母材41を構成する鉄系の焼結粉末44の成分比を連続的に変えることにより、焼結体15と母材41とを傾斜接合させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 樹脂成型用のキャビティ形成金型を形成するための原形を形成する原形形成工程と、前記原形に対して機械加工を施して前記キャビティ形成金型を仕上げる機械加工工程とを有する樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法において、

前記原形形成工程では、パルス通電加圧焼結法を用いて、ニッケル—リンを含む焼結用粉末に対してパルス通電および／または直流電流を通電することにより、前記原形に対して前記機械加工を施す部分の少なくとも一部を形成することを特徴とするキャビティ形成金型の製造方法。

【請求項2】 請求項1において、前記パルス通電加圧焼結法は、放電プラズマ焼結法、放電焼結法、プラズマ活性化焼結法のうちのいずれかの焼結法であることを特徴とするキャビティ形成金型の製造方法。

【請求項3】 請求項1または2において、前記機械加工工程で前記原形に対して前記機械加工を施す部分は、キャビティ形成金型のキャビティ形成面であることを特徴とするキャビティ形成金型の製造方法。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれかにおいて、前記原形形成工程では、ニッケル—リンを含む焼結用粉末に対するパルス通電加圧焼結法により形成した焼結体と、該焼結体とは異なる材料からなる母材とを接合し、前記機械加工工程では、前記焼結体により構成された部分をダイヤモンドバイトにより切削することを特徴とするキャビティ形成金型の製造方法。

【請求項5】 請求項4において、前記原形を形成するにあたっては、パルス通電加圧焼結法に用いるパンチのプレス面に所定の凹凸を形成しておくことにより前記焼結体に対して前記パンチの凹凸を転写しておくことを特徴とするキャビティ形成金型の製造方法。

【請求項6】 請求項4または5において、前記原形形成工程では、前記焼結体と前記母材との間にニッケル—リンを含む焼結用粉末を配置し、この焼結用粉末に対するパルス通電加圧焼結法により前記焼結体と前記母材とを接合することを特徴とするキャビティ形成金型の製造方法。

【請求項7】 請求項6において、前記焼結体と前記母材との間に配置した焼結用粉末では、前記焼結体の側から前記母材の側に向かってニッケル—リン成分が減少している一方、前記母材の側から前記焼結体の側に向かっては当該母材と共通する成分が増加していることを特徴とする傾斜組成構造を備えたキャビティ形成金型の製造方法。

【請求項8】 請求項1ないし3のいずれかにおいて、前記原形形成工程では、母材に隣接するようにニッケル—リンを含む焼結用粉末を配置し、この状態で前記焼結用粉末に対してパルス通電加圧焼結法を行なうことにより焼結体と前記母材とが接合した構成の前記原形を形成

することを特徴とするキャビティ形成金型の製造方法。

【請求項9】 請求項8において、前記原形を形成するにあたっては、パルス通電加圧焼結法に用いるパンチのプレス面に所定の凹凸を形成しておくことにより前記焼結体に対して前記パンチの凹凸を転写することを特徴とするキャビティ形成金型の製造方法。

【請求項10】 請求項8または9において、前記焼結用粉末のうち、母材に隣接する部分では、前記母材から離れた方から該母材の側に向かってニッケル—リン成分が減少している一方、前記母材の側から前記焼結体の側に向かっては当該母材と共通する成分が増加していることを特徴とする傾斜組成構造を備えたキャビティ形成金型の製造方法。

【請求項11】 請求項1ないし10のいずれかに規定する方法で製造されたことを特徴とするキャビティ形成金型。

【請求項12】 請求項11に規定するキャビティ形成金型を用いて成型されたことを特徴とする樹脂成型品。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法、キャビティ形成金型、およびこのキャビティ形成金型を用いて成型された樹脂成型品に関するものである。さらに詳しくは、キャビティ形成金型の原形を形成するための技術に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】プラスチック非球面レンズなどといった超精密部品を成型するための金型において、成型品としての樹脂が注入される空間をキャビティという。このキャビティは、成型品の品質を支配するので、寸法などに高い精度が求められる。このため、キャビティを形成する金型（キャビティ形成金型）の製造方法においては、図11を参照して以下に説明するように、ダイヤモンドバイト切削により仕上げ加工が行われる。

【0003】キャビティ形成金型を製造するには、従来、図11に示すように、まず、第1の工程ST51において、SKD61などといった2%～5%のクロムを含む鋼材からなる母材61を準備した後、第2の工程ST52において、20～200μmの誤差範囲で粗加工して原形62を形成する。次に、第3の工程ST53において焼き入れ、焼き戻しを行なう。

【0004】次に、第4の工程ST54において、原形62のうち、少なくともキャビティを形成する面に対して無電解ニッケル—リンめっきを行ない、膜厚が100μm～200μmの厚いニッケル—リンめっき層63を形成した後、第5の工程ST55において、温度が300～400℃の熱処理を行い、ニッケル—リンめっき層63の応力を除去するとともに、硬度（HRC）を50～54とする。

【0005】次に、第6の工程ST56において、原形62の全体に砥石による外径加工を行なって基準面を形成した後、第7の工程ST57において、ニッケル—リンめっき層63に対してダイヤモンドバイト切削による粗形状加工を行う。しかる後に、第8の工程ST58において、キャビティ形成面64のニッケル—リンめっき層63に対してダイヤモンドバイト切削による仕上げ加工を行い、キャビティ形成金型60を仕上げる。ここで、ダイヤモンドバイト切削加工で削られる深さは、50～100 $\mu\text{m}$ の範囲であるため、ニッケル—リンめっき層63については、少なくとも100 $\mu\text{m}$ ～200 $\mu\text{m}$ の膜厚が必要である。

【0006】このような製造方法において、鋼材に対してダイヤモンドバイト切削加工を直接、行なう方法では、高い加工精度を得ることができないが、ニッケル—リンめっき層63は、表層が非結晶（アモルファス）状態であるため、結晶化している部分をダイヤモンドバイト切削加工する場合と違って、結晶粒界に起因する段差が発生しないなど、高い精度で加工することができる。特に、リン濃度を10～15％に設定したニッケル—リンの無電解めっきによれば、ダイヤモンドバイト切削加工に必要な硬度および靱性が得られるという利点がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、無電解ニッケル—リンめっきは、図12を参照して以下に説明するように、かなり手間のかかる処理である。すなわち、図12に示すように、無電解ニッケル—リンめっき工程では、まず、原形62に対して超音波洗浄、マスクング66、ストライク処理を行なった後、めっき槽67内でめっき処理を行い、しかる後に、洗浄してから熱処理工程ST53に回送する必要がある。

【0008】このため、従来の製造方法は、製造コストが高く、かつ、金型の製作期間も長いという問題点がある。特に、ダイヤモンドバイト切削を行なう深さからみて、無電解ニッケル—リンめっき層63としては、厚さが100～200 $\mu\text{m}$ もの厚い膜が必要であるため、この点からいっても、製造コストが高い。また、このような厚いめっき層63を形成すると、めっき層63に気泡が入り込みやすく、かつ、熱処理を行なったときにめっき層63に割れや歪みが発生しやすい。その結果、高い精度でダイヤモンド切削加工を行なえず、歩留まりが低下するという問題点もある。さらに、めっき処理では、めっき液68の組成などといっためっき条件の管理に多大な費用が発生するとともに、クロム13％鋼の表面には無電解めっきが行なえないなど母材の材質が制限されるという問題点もある。

【0009】以上の問題点に鑑みて、本発明の課題は、無電解ニッケル—リンめっきを行なわなくてもダイヤモンドバイト切削加工などの機械加工を高い精度で行なえるようにすることにより、製造コストを低減でき、か

つ、歩留まりの向上を図ることのできる樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法、この方法で製造したキャビティ形成金型、およびこのキャビティ形成金型で成型した成型品を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明では、樹脂成型用のキャビティ形成金型を形成するための原形を形成する原形形成工程と、前記原形に対して機械加工を施して前記キャビティ形成金型を仕上げる機械加工工程とを有する樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法において、前記原形形成工程では、パルス通電加圧焼結法を用いて、ニッケル—リンを含む焼結用粉末に対してパルス通電および／または直流電流を通電することにより、前記原形に対して前記機械加工を施す部分の少なくとも一部を形成することを特徴とするキャビティ形成金型の製造方法。

【0011】本発明において、前記パルス通電加圧焼結法は、たとえば、放電プラズマ焼結法、放電焼結法、プラズマ活性化焼結法のうちのいずれかの焼結法である。

【0012】本発明において、前記原形に対して前記機械加工を施す部分とは、たとえば、前記キャビティ形成金型のキャビティ形成面である。

【0013】本発明では、キャビティ形成金型のキャビティ形成面などといった部分については、無電解めっきではなく、ニッケル—リンを含む焼結用粉末に対するパルス通電加圧焼結法により形成し、このような焼結部分に対して、機械加工を施す。従って、無電解めっきを行なわなくても、機械加工が可能な厚いニッケル—リンの部分短時間で形成できるので、製造コストを低減することができるとともに、金型の製作期間を短縮できる。また、めっき処理と違って、パルス通電加圧焼結法は加圧下で行なうので、焼結体では大きな気泡が入り込むことがなく、かつ、熱処理を行なったときにめっき層に割れや歪みが発生するということもないので、歩留まりも向上する。さらに、無電解めっきと違って、条件管理が容易で、かつ、母材の材質が制限されることもない。それ故、キャビティ形成金型の製造コストを低減でき、かつ、歩留まりの向上を図ることができる。

【0014】本発明において、前記原形形成工程では、たとえば、ニッケル—リンを含む焼結用粉末に対するパルス通電加圧焼結法により形成した焼結体と、該焼結体とは異なる材料からなる母材とを接合し、前記機械加工工程では、前記焼結体により構成された部分をダイヤモンドバイトにより切削する。

【0015】本発明において、前記原形を形成するにあたっては、パルス通電加圧焼結法に用いるパンチのプレス面に所定の凹凸を形成しておくことにより前記焼結体に対して前記パンチの凹凸を転写しておくことが好ましい。このように構成すると、原形に対して機械加工を行なわなくても、必要な凹凸を原形に予め形成しておける

ので、機械加工時間を短縮できる。

【0016】本発明において、前記原形形成工程では、前記焼結体と前記母材との間にニッケル—リンを含む焼結用粉末を配置し、この焼結用粉末に対するパルス通電加圧焼結法により前記焼結体と前記母材とを接合して前記原形を形成してもよい。

【0017】この場合に、前記焼結体と前記母材との間に配置した焼結用粉末では、前記焼結体の側から前記母材の側に向かってニッケル—リン成分が減少している一方、前記母材の側から前記焼結体の側に向かっては当該母材と共通する成分が増加していることが好ましい。このように構成すると、ニッケル—リンの焼結体と母材との間に配置した焼結用粉末は、焼結後、焼結体および母材のいずれに対しても強い力で接合するので、焼結後、母材から焼結体が剥げ落ちることがない。

【0018】本発明において、前記原形形成工程では、母材に隣接するようにニッケル—リンを含む焼結用粉末を配置し、この状態で前記焼結用粉末に対してパルス通電加圧焼結法を行なうことにより焼結体と前記母材とが接合した構成の前記原形を形成してもよい。

【0019】この場合にも、前記原形を形成するにあたっては、パルス通電加圧焼結法に用いるパンチのプレス面に所定の凹凸を形成しておくことにより前記焼結体に対して前記パンチの凹凸を転写することが好ましい。このように構成すると、原形に対して機械加工を行なわなくても、必要な凹凸を原形に予め形成しておけるので、機械加工時間を短縮できる。

【0020】また、本発明においても、前記焼結用粉末のうち、母材に隣接する部分では、前記母材から離れた方から該母材の側に向かってニッケル—リン成分が減少している一方、前記母材の側から前記焼結体の側に向かっては当該母材と共通する成分が増加していることが好ましい。このように構成すると、ニッケル—リンの焼結体と母材との間に配置した焼結用粉末は、焼結後、焼結体および母材のいずれに対しても強い力で接合するので、母材から焼結体が剥げ落ちることがない。

【0021】このような方法で製造したキャビティ形成金型は、安価かつ製作期間が短いので、樹脂成型品のコストおよび製造期間の短縮を図ることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。なお、本発明の各実施の形態を説明する前に、各実施の形態で共通な構成（パルス通電加圧焼結技術／放電プラズマ焼結技術および樹脂成型用のキャビティ形成金型の構成）を説明しておく。

【0023】〔放電プラズマ焼結技術〕本発明で行なう放電プラズマ焼結について説明する。プラズマを利用して焼結を行なうプラズマ焼結法のうち、熱プラズマ焼結法では、真空容器中で5000～20000℃のプラズマの火炎中で連続かつ定常的な超高温プラズマを発生さ

せて無加圧焼結を行なう。これに対して、本発明で行なう放電プラズマ焼結法では、図1を参照して以下に説明するように、数10～300kHz程度の周波数のON—OFF直流パルス大電流を印加することにより粒子間隙に生じるアーク放電に以降する直前の過渡アーク放電現象による放電プラズマ、放電衝撃圧力などによる粒子表面の浄化活性化作用、および電場に生じる電界拡散効果やジュール熱による熱拡散効果などを利用して加圧下で行なう。

10 【0024】図1は、放電プラズマ焼結法の原理を示す説明図である。

【0025】図1に示すように、放電プラズマ焼結装置30では、グラファイト製の円筒状のダイ31の上下に棒状の上パンチ32および下パンチ33が配置され、これらの上パンチ32および下パンチ33は、真空、不活性ガスあるいは大気中で焼結できるような雰囲気制御機構305を有するチャンバー39の内部に配置されている。このチャンバー39は、上下動可能な状態にフレーム（図示せず）に支持され、流体シリンダ（図示せず）によって開閉することができる。これらの上パンチ32および下パンチ33に対しては加圧機構36が構成され、この加圧機構36は、上パンチ32および下パンチ33を介して、ダイ31の中に充填した焼結用粉末を加圧する。上パンチ32および下パンチ33に対しては上電極34および下電極35が接続しており、これらの上電極34および下電極35に対しては焼結用電源37が構成されている。また、放電プラズマ焼結装置30には、焼結用電源37および加圧機構36を制御する制御装置38が構成され、この制御装置38には、位置計測機構301および温度計測機構302から計測結果が入力されるようになっている。また、制御装置38は、冷却通路341、351が上電極34および下電極35内を通過する冷却系303を備える水冷却機構304を制御するとともに、雰囲気制御機構305も制御している。

40 【0026】このような放電プラズマ焼結装置30を用いて、焼結を行なうには、まず、ニッケル粉末11をボールミル21で微細化した後、ミル22でニッケル分粉末11と、赤リンなどのリン粉末12とを混合して焼結用粉末10を得る。

【0027】次に、グラファイト製の円筒状のダイ31の中にニッケル粉末11とリン粉末12とを混合した焼結用粉末10を充填する。この状態で、焼結用粉末10は、棒状の上パンチ32と下パンチ33との間で圧縮される。

【0028】次に、真空中で上パンチ32および下パンチ33の各々に接続する上電極34および下電極35の間にパルス通電を行い、加熱、温度保持および冷却を行なう。これらの操作のうち、加熱は、たとえば、0.1V～5Vで約1000～約8000Aのパルス通電を1

0分間、行なう。その結果、温度は約800℃〜約1200℃となる。この際に、上電極34ー上パンチ32ー焼結用粉末10ー下パンチ33ー下電極35からなる第1の通電経路、上電極34ー上パンチ32ーダイ31ー下パンチ33ー下電極35からなる第2の通電経路、および上電極34ー上パンチ32ー焼結用粉末10/ダイ31界面ー下パンチ33ー下電極35からなる第3の通電経路を流れるパルス電流を適正に制御することによって、焼結用粉末10が適正に焼結して焼結体15となつていくとともに、少し遅れてダイ31およびパンチ32、33がジュール加熱され、焼結体15が保温される。このとき、温度を保持する時間は約10分間〜約30分間であり、冷却は約30分間である。このような条件下で焼結が完了するまでの総所要時間は約2時間である。

【0029】しかる後に、ダイ31およびパンチ32、33の間から焼結体15を取り出す。

【0030】このような放電プラズマ焼結法では、ニッケル粉末11の粒径やリン粉末12の配合比を変えらることにより各種の焼結体15が得られる。たとえば、粒径が20 $\mu$ mのニッケル粉末11に対して赤リン（リン粉末10）が13重量%含まれる焼結用粉末10を焼結させた焼結体15、粒径が20 $\mu$ mのニッケル粉末11に対して赤リン（リン粉末10）が20重量%含まれる焼結用粉末10を焼結させた焼結体15、粒径が1 $\mu$ mのニッケル粉末11に対して赤リン（リン粉末10）が13重量%含まれる焼結用粉末10を焼結させた焼結体15、粒径が0.1 $\mu$ mのニッケル粉末11に対して赤リン（リン粉末10）が13重量%含まれる焼結用粉末10を焼結させた焼結体15などが得られる。

【0031】また、このような放電プラズマ焼結法によれば、ニッケルーリンの焼結体単体を得ることができる他に、ニッケルーリンの焼結体15と鋼材などからなる母材とをそれらの間にニッケルーリンの焼結用粉末10が挟まれるような状態でダイ31とパンチ32、33との間に充填して放電プラズマ焼結を行なうと、ニッケルーリンの焼結体15と鋼材からなる母材とを接合することができる。また、鋼材からなる母材とニッケルーリンの焼結用粉末10とを一緒にダイ31とパンチ32、33との間に充填して放電プラズマ焼結を行なうと、鋼材からなる母材にニッケルーリンの焼結体15が接合されたものを形成することができる。さらに、母材との接合を行なう際に、母材の近くに位置するニッケルーリンの焼結材料において、母材から離れた位置から母材の側に向かってニッケルーリンの配合比を連続的に低下させていくとともに、母材と共通する成分の比率を連続的に高めていき、その代わりに、母材から離れるに伴って母材と共通する成分の配合比を連続的に低下させていくとともに、ニッケルーリンの配合比を連続的に高めていくこともでき、このような条件下で放電プラズマ焼結を行

なうと、組成が急激に変化する界面が形成されない傾斜接合構造を実現できるので、鋼材からなる母材とニッケルーリンの焼結体とが強固に接合されたものを形成できる。

【0032】[キャビティ形成金型の構成例] 図2は、樹脂成型機においてキャビティを構成するキャビティ形成金型の構成例を示す説明図である。図3(A)、(B)は、キャビティ形成金型の一構成例を示す側面図、および図3(A)のA-A'線における断面図である。

【0033】本発明では、前記した放電プラズマ焼結法を用いて、図2に示すキャビティ形成金型を製造する。図2において、樹脂成型機1において、キャビティ形成金型4は、2つで一对のキャビティ2を形成する。樹脂成型機1では、キャビティ2に対してスプルー5、ランナー6およびゲート7を介して樹脂を充填することにより、プラスチックレンズなどといったプラスチック成型品を成型し、その後、一对のキャビティ形成金型4を離間させ、エジェクタピン8によって、成型品を取り出す。

【0034】このようなキャビティ形成金型4は、本形態では、たとえば、図3(A)、(B)に示す構造を有している。図3(A)、(B)において、キャビティ形成金型4は、たとえば、円柱状の母材41は鋼材などから形成され、この母材41に連結する部分42において、その端面にはキャビティを形成するように凹んだキャビティ形成面44が形成されている。

【0035】ここで、先端部分42の根元部分46は、後述する各実施形態ごとに構成が相違するが、いずれの形態においても、キャビティ形成面44を備える最先端部分45は、ニッケルーリンの焼結体から形成されている。また、キャビティ形成面44の寸法精度などは、成型品質を支配する性格上、いずれの形態においても、キャビティ形成面44にはダイヤモンドバイト切削による仕上げ加工が施されている。

【0036】なお、図3(A)、(B)に示すキャビティ形成金型4では、母材41の内部に2本の流路411、412が形成され、これらの流路411、412は、環状流路413で連通している。このため、流路411、412に対して冷却水などを循環させることにより、キャビティ内の温度を制御することができる。

【0037】[実施の形態1] 図4は、本発明の実施の形態1に係る樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法を示す工程図である。

【0038】図4に示すように、本形態では、原形形成工程において、まず、鋼材からなる母材41（図3を参照）のブランク410、ニッケル粉末11およびリン粉末12を準備し、ニッケル粉末11を微細化した後、リン粉末12を混合して、焼結用粉末10を得る。

【0039】次に、図1を参照して説明したダイ31お

およびパンチ32、33内にニッケルーリンの焼結用粉末10を充填し、この状態で放電プラズマ焼結を行なう。この焼結によって得た焼結体15によって、図3(A)を参照して説明したキャビティ形成金型4の最先端部分45を形成する。一方、母材ブランク410を粗形状に加工する。

【0040】次に、図1を参照して説明したダイ31およびパンチ32、33内に、母材ブランク410、ニッケルーリンの焼結用粉末10、およびニッケルーリンの焼結体15からなる先端部分45を配置し、この状態で放電プラズマ焼結を行なう。

【0041】その結果、母材41と、ニッケルーリンの焼結体15からなる最先端部分45とは、ニッケルーリンの焼結用粉末10の焼結によって接合され、キャビティ形成金型4の原形40が形成される。

【0042】次に、原形40に対して温度が300~400℃の熱処理を行なう。

【0043】次に、機械加工工程を行なう。この機械加工工程では、まず、砥石を用いた研削加工により原形40に対して外径加工を行い、原形40の形状をキャビティ形成金型4の形状に近いものとする。

【0044】次に、原形40のうち、ニッケルーリンの焼結体15からなる最先端部分45などに対してダイヤモンド切削によって粗形状加工を行い、キャビティ形成面44を形成する。

【0045】しかる後に、原形40の最先端部分45のうち、キャビティ形成面44に対してダイヤモンドバイト切削によって仕上げ加工を行なうと、キャビティ形成金型4を仕上げる。

【0046】このように、本形態では、キャビティ形成金型4のキャビティ形成面44などを備える最先端部分45については、無電解めっきではなく、ニッケルーリンを含む焼結用粉末10に対する放電プラズマ焼結により形成し、このような焼結部分(焼結体15)に対して、ダイヤモンドバイト切削によって仕上げ加工(機械加工)を施す。従って、手間のかかる無電解めっきを行なわなくても、放電プラズマ焼結によって、ダイヤモンド切削を行なう場所にニッケルーリンで構成された部分を分厚く、かつ、短時間で形成できるので、製造コストを低減することができ、かつ、金型の製作期間を大幅に短縮できる。また、めっき処理と違って、放電プラズマ焼結法は加圧下で行なうので、ニッケルーリンで構成された最先端部分45には気泡が入り込むことがなく、かつ、熱処理を行なったときにめっき層に剥がれや歪みが発生するということもないので、歩留まりも向上する。さらに、無電解めっきと違って、条件管理が容易で、かつ、母材41の材質が制限されることもない。それ故、キャビティ形成金型4の製造コストを低減でき、かつ、歩留まりの向上を図ることができる。また、焼結体15において粉末間に微細な隙間を十分、確保してお

けば、樹脂成型時のガス抜き機能を付与することもできる。

【0047】[実施の形態2] 図5は、本発明の実施の形態2に係る樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法を示す工程図である。

【0048】図5に示すように、本形態では、原形形成工程において、まず、鋼材からなる母材ブランク410、母材41(図3を参照)と共通の成分からなる鉄系の焼結用粉末44、ニッケル粉末11およびリン粉末12を準備し、ニッケル粉末11を微細化した後、リン粉末12を混合して、焼結用粉末10を得る。

【0049】次に、実施の形態1と同様、図1を参照して説明したダイ31およびパンチ32、33内にニッケルーリンの焼結用粉末10を充填し、この状態で放電プラズマ焼結を行なう。この焼結によって得た焼結体15によって、図3(A)を参照して説明したキャビティ形成金型4の最先端部分45を形成する。一方、母材ブランク410を粗形状に加工する。

【0050】次に、図1を参照して説明したダイ31およびパンチ32、33内に、母材ブランク410、鉄系の焼結用粉末44、ニッケルーリンの焼結用粉末10、およびニッケルーリンの焼結体15からなる最先端部分45を配置し、この状態で放電プラズマ焼結を行なう。このとき、母材ブランク410と焼結体15の間において、母材と共通の成分からなる鉄系の焼結用粉末44と、ニッケルーリンの焼結用粉末10との境界部分では、粉末同士が混ざって、母材ブランク410から離れた位置から母材ブランク410に向かってはニッケルーリンの焼結用粉末10が減少する一方、鉄系の焼結用粉末44が増大する状態となる。言い換えると、母材ブランク410の隅から離れる程、ニッケルーリンの焼結用粉末10が増大する一方、鉄系の焼結用粉末44が減少した状態となる。

【0051】その結果、母材41と、ニッケルーリンの焼結体15からなる最先端部分45とは、鉄系の焼結用粉末44およびニッケルーリンの焼結用粉末10の焼結によって接合され、キャビティ形成金型4の原形40が形成される。また、母材41と最先端部分45との接合部分では、母材ブランク410から離れた位置から母材ブランク410に向かってはニッケルーリンの焼結用粉末10が減少する一方、鉄系の焼結用粉末44が増大する傾斜接合構造となる。

【0052】次に、原形40に対して熱処理を行なう。

【0053】次に、機械加工工程を行なう。この機械加工工程では、まず、砥石を用いて原形40に外径加工を行い、原形40の形状をキャビティ形成金型4の形状に近いものとする。次に、原形40のうち、ニッケルーリンの焼結体15からなる最先端部分45などに対してダイヤモンド切削によって粗形状加工を行ない、キャビティ形成面44を形成する。しかる後に、原形40



の最先端部分45のうち、キャビティ形成面44に対してダイヤモンドバイト切削によって仕上げ加工を行なうて、キャビティ形成金型4を仕上げる。

【0054】このように、本形態でも、手間のかかる無電解めっきを行なわなくても、放電プラズマ焼結によって、ダイヤモンドバイト切削を行なう場所にニッケルリンで構成された部分を形成できるので、製造コストを低減することができ、かつ、金型の製作期間を大幅に短縮できるなど、実施の形態1と同様な効果を得ることができる。また、鋼材からなる母材41と、ニッケルリンの焼結体15（最先端部分45）とは、傾斜接合構造になっているので、母材41と焼結体15との接合強度が高い。

【0055】[実施の形態3] 図6は、本発明の実施の形態3に係る樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法を示す工程図である。

【0056】図6に示すように、本形態では、原形形成工程において、まず、鋼材からなる母材ブランク410、ニッケル粉末11およびリン粉末12を準備し、ニッケル粉末11を微細化した後、リン粉末12を混合して、焼結用粉末10を得る。

【0057】次に、母材ブランク410を粗形状に加工する。

【0058】次に、図1を参照して説明したダイ31およびパンチ32、33内に、母材ブランク410およびニッケルリンの焼結用粉末10を配置し、この状態で放電プラズマ焼結を行なう。その結果、母材41と、ニッケルリンの焼結体15からなる先端部分42とが焼結によって一体化したキャビティ形成金型4の原形40が形成される。

【0059】次に、原形40に対して熱処理を行なう。

【0060】次に、機械加工工程を行なう。この機械加工工程では、まず、砥石を用いて原形40に外径加工を行い、原形40の形状をキャビティ形成金型4の形状に近いものとする。次に、原形40のうち、ニッケルリンの焼結体15からなる先端部分42などに対してダイヤモンドバイト切削によって粗形状加工を行ない、キャビティ形成面44を形成する。しかる後に、原形40の先端部分42のうち、キャビティ形成面44に対してダイヤモンドバイト切削によって仕上げ加工を行なうて、キャビティ形成金型4を仕上げる。

【0061】このように、本形態でも、手間のかかる無電解めっきを行なわなくても、放電プラズマ焼結によって、ダイヤモンドバイト切削を行なう場所にニッケルリンで構成された部分を形成できるので、製造コストを低減することができ、かつ、金型の製作期間を大幅に短縮できるなど、実施の形態1と同様な効果を得ることができる。

【0062】[実施の形態4] 図7は、本発明の実施の形態4に係る樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方

法を示す工程図である。

【0063】図7に示すように、本形態では、原形形成工程において、まず、鋼材からなる母材ブランク410、母材と共通の成分からなる鉄系の焼結用粉末44、ニッケル粉末11およびリン粉末12を準備し、ニッケル粉末11を微細化した後、リン粉末12を混合して、焼結用粉末10を得る。

【0064】次に、母材ブランク410を粗形状に加工する。

10 【0065】次に、図1を参照して説明したダイ31およびパンチ32、33内に、母材ブランク410、母材と共通の成分からなる鉄系の焼結用粉末44、およびニッケルリンの焼結用粉末10を配置し、この状態で放電プラズマ焼結を行なう。このとき、母材と共通の成分からなる鉄系の焼結用粉末44と、ニッケルリンの焼結用粉末10との境界部分では、粉末同士が混ざって、母材ブランク410から離れた位置から母材ブランク410に向かってニッケルリンの焼結用粉末10が減少する一方、鉄系の焼結用粉末44が増大する状態となる。

【0066】その結果、母材41と焼結体15からなる先端部分42とが焼結によって一体化したキャビティ形成金型4の原形40が形成される。また、焼結体15の母材ブランク410に接する部分では、母材ブランク41から離れた位置から母材ブランクに向かってニッケルリン成分が減少する一方、鉄系成分が増大する傾斜接合構造になっている。

【0067】次に、原形40に対して熱処理を行なう。

30 【0068】次に、機械加工工程を行なう。この機械加工工程では、まず、砥石を用いて原形40に外径加工を行い、原形40の形状をキャビティ形成金型4の形状に近いものとする。次に、原形40のうち、ニッケルリンの焼結体15からなる先端部分42などに対してダイヤモンドバイト切削によって粗形状加工を行ない、キャビティ形成面44を形成する。しかる後に、原形40の先端部分42のうち、キャビティ形成面44に対してダイヤモンドバイト切削によって仕上げ加工を行なうて、キャビティ形成金型4を仕上げる。

40 【0069】このように、本形態でも、手間のかかる無電解めっきを行なわなくても、放電プラズマ焼結によって、ダイヤモンドバイト切削を行なう場所にニッケルリンで構成された部分を形成できるので、製造コストを低減することができ、かつ、金型の製作期間を大幅に短縮できるなど、実施の形態1と同様な効果を得ることができる。また、鋼材からなる母材41と、ニッケルリンの焼結体15（先端部分42）とは、傾斜接合構造になっているので、母材41と焼結体15との接合強度が高い。

50 【0070】[実施の形態5] キャビティ形成金型4の構造によっては、母材41の側についても焼結によって

形成してもよく、その一例を、図8を参照して説明する。

【0071】図8は、本発明の実施の形態5に係る樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法を示す工程図である。

【0072】図8に示すように、本形態では、まず、鉄系の焼結用粉末44、ニッケル粉末11およびリン粉末12を準備し、ニッケル粉末11を微細化した後、リン粉末12を混合して、焼結用粉末10を得る。

【0073】次に、図1を参照して説明したダイ31およびパンチ32、33内に、鉄系の焼結用粉末44およびニッケル-リンの焼結用粉末10を充填し、この状態で放電プラズマ焼結を行なう。このとき、鉄系の焼結用粉末44と、ニッケル-リンの焼結用粉末10との境界部分では、粉末同士が混ざって、母材となるべき側から離れた位置から母材の側に向かってニッケル-リンの焼結用粉末10が減少する一方、鉄系の焼結用粉末44が増大する状態となる。

【0074】その結果、鉄系の焼結体からなる母材41と、ニッケル-リンの焼結体15からなる先端部分42とが焼結によって一体化したキャビティ形成金型4の原形40が形成される。ここで、母材41と焼結体15との境界部分では、母材41から離れた位置から母材41に向かってニッケル-リン成分が減少する一方、鉄系成分が増大する傾斜接合構造となる。

【0075】次に、原形40に対して熱処理を行なう。

【0076】次に、機械加工工程を行なう。この機械加工工程では、まず、砥石を用いて原形40に外径加工を行い、原形40の形状をキャビティ形成金型4の形状に近いものとする。次に、原形40のうち、ニッケル-リンの焼結体15からなる先端部分42などに対してダイヤモンドバイト切削によって粗形状加工を行ない、キャビティ形成面44を形成する。しかる後に、原形40の先端部分42のうち、キャビティ形成面44に対してダイヤモンドバイト切削によって仕上げ加工を行なって、キャビティ形成金型4を仕上げる。

【0077】このように、本形態でも、手間のかかる無電解めっきを行なわなくても、放電プラズマ焼結によって、ダイヤモンドバイト切削を行なう場所にニッケル-リンで構成された部分を形成できるので、製造コストを低減することができ、かつ、金型の製作期間を大幅に短縮できるなど、実施の形態1と同様な効果を得ることができる。また、鋼材からなる母材41と、ニッケル-リンの焼結体15（先端部分42）とは、傾斜接合構造になっているので、母材41と焼結体15との接合強度が高い。

【0078】[その他の実施の形態] 図9および図10はそれぞれ、本発明のその他の実施の形態に係る樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法を示す工程図である。

【0079】上記のいずれの実施の形態1、2、3、4、5においても、原形40を形成した後、最初のダイヤモンドバイト切削加工によって、キャビティ形成面44となる凹部を形成したが、図9に示すように、キャビティ形成金型4の最先端部分45を構成する焼結体15を放電プラズマ焼結によって形成する際に、この放電プラズマ焼結に用いるパンチ32（あるいはパンチ33）のプレス面に凹凸を形成しておき、この凹凸を焼結体15に転写することによって、焼結体15にキャビティ形成面44となる凹部を形成してもよい。

【0080】なお、その他の工程は、図4を参照して説明した実施の形態1と略同様であるため、説明を省略するが、本形態では、焼結体15を形成する際にキャビティ形成面44となる凹部を形成するので、原形40に対するダイヤモンドバイト切削加工によって、キャビティ形成面44となる凹部を形成する必要がなく、外径加工後、そのままダイヤモンドバイト切削加工によって、キャビティ形成面44に対する仕上げ加工を行なうことができる。従って、製造工程数を減らすことができるので、製造コストを低減することができる。

【0081】また、このようなパンチ32（あるいはパンチ33）の凹凸を焼結体に転写するという構成は、図10に示すように、図7を参照して説明した実施の形態4などに適用してもよい。すなわち、実施の形態4でも、放電プラズマ焼結法によって原形40を形成した後、最初のダイヤモンドバイト切削加工によって、キャビティ形成面44となる凹部を形成したが、図10に示すように、キャビティ形成金型4の先端部分42を放電プラズマ焼結によって形成する際に、この放電プラズマ焼結に用いるパンチ32（あるいはパンチ33）のプレス面に凹凸を形成しておき、この凹凸を焼結体15に転写することによって、焼結体15にキャビティ形成面44となる凹部を形成してもよい。

【0082】なお、その他の工程は、図7を参照して説明した実施の形態4と略同様であるため、説明を省略するが、本形態では、焼結体15を形成する際にキャビティ形成面44となる凹部を形成するので、原形40に対するダイヤモンドバイト切削加工によって、キャビティ形成面44となる凹部を形成する必要がなく、外径加工後、そのままダイヤモンドバイト切削加工によって、キャビティ形成面44に対する仕上げ加工を行なうことができる。従って、製造工程数を減らすことができるので、製造コストを低減することができる。

【0083】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、キャビティ形成金型のキャビティ形成面などといった部分については、無電解めっきではなく、ニッケル-リンを含む焼結用粉末に対するパルス通電加圧焼結法により形成し、このような焼結部分に対して、機械加工を施す。従って、無電解めっきを行なわなくても、機械加工を施す



のに十分な深さのニッケルーリン部分を短時間で形成できるので、製造コストを低減することができるとともに、金型の製作期間を短縮できる。また、めっき処理と違って、パルス通電加圧焼結法は加圧下で行なうので、焼結体では大きな気泡が入り込むことがなく、かつ、熱処理を行なったときにめっき層に剥がれや歪みが発生するということもないので、歩留まりも向上する。さらに、無電解めっきと違って、条件管理が容易で、かつ、母材の材質が制限されることもない。それ故、キャビティ形成金型の製造コストを低減でき、かつ、歩留まりの向上を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】放電プラズマ焼結法の原理を示す説明図である。

【図2】樹脂成型機においてキャビティを構成するキャビティ形成金型の構成例を示す説明図である。

【図3】(A)、(B)はそれぞれ、キャビティ形成金型の一構成例を示す側面図、および図3(A)のA-A'線における断面図である。

【図4】本発明の実施の形態1に係る樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法を示す工程図である。

【図5】本発明の実施の形態2に係る樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法を示す工程図である。

【図6】本発明の実施の形態3に係る樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法を示す工程図である。

【図7】本発明の実施の形態4に係る樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法を示す工程図である。

【図8】本発明の実施の形態5に係る樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法を示す工程図である。

【図9】本発明のその他の実施の形態に係る樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法を示す工程図である。

【図10】本発明の別のその他の実施の形態に係る樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法を示す工程図である。

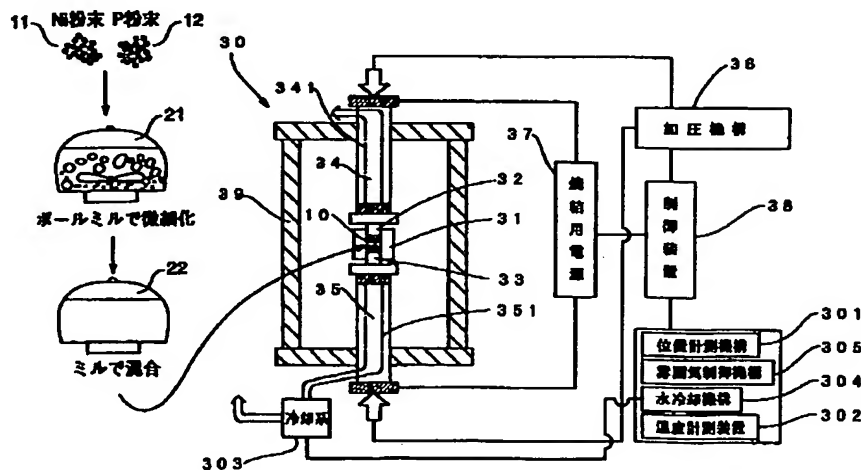
【図11】従来の樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造方法を示す工程図である。

【図12】従来の樹脂成型用のキャビティ形成金型の製造工程のうち、無電解ニッケルーリンめっきの様子を示す説明図である。

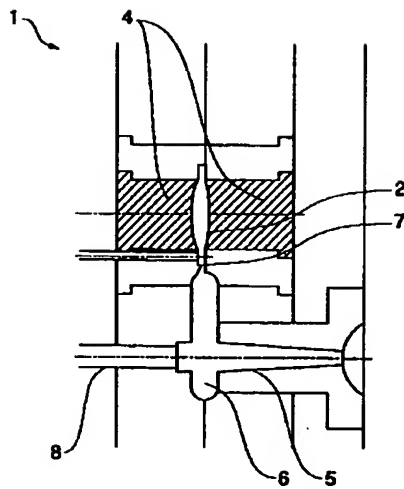
#### 【符号の説明】

- 1 樹脂成型機
- 2 キャビティ
- 4 キャビティ形成金型
- 5 スプルー
- 6 ランナー
- 7 ゲート
- 8 エジェクタピン
- 10 ニッケルーリンの焼結用粉末
- 11 ニッケル粉末
- 12 リン粉末
- 15 焼結体
- 30 プラズマ放電焼結装置
- 41 母材
- 42 先端部分
- 44 キャビティ形成面
- 45 最先端部分
- 44 母材と共通の成分からなる焼結用粉末
- 46 先端部分の根元部分
- 410 母材ブランク
- 411、412 流路
- 413 環状流路

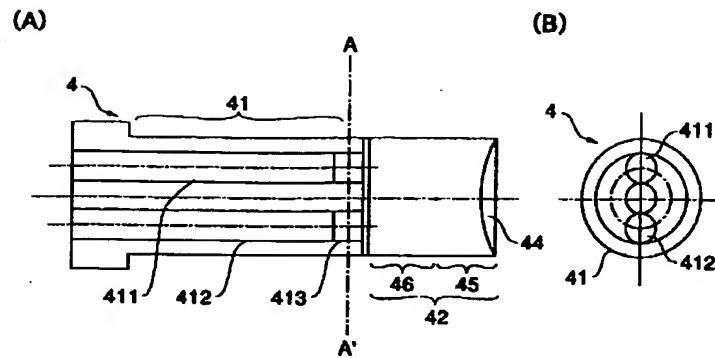
【図1】



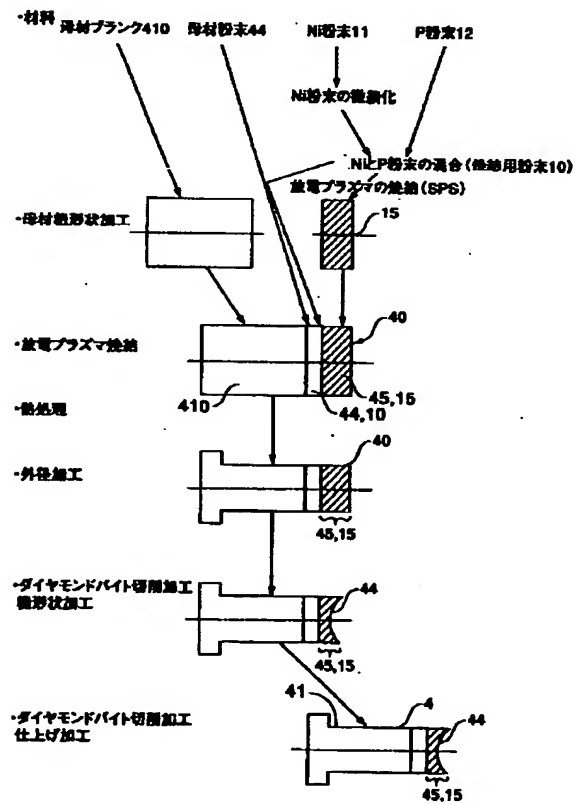
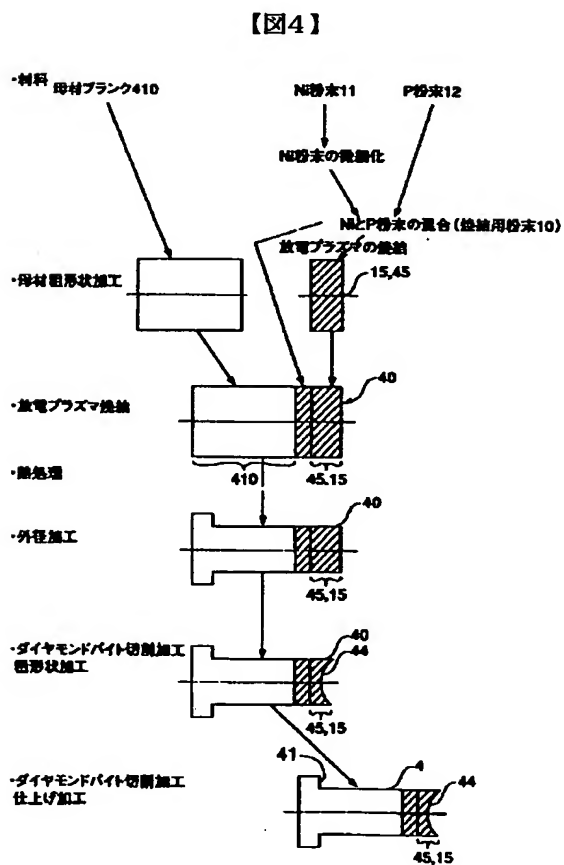
【図2】



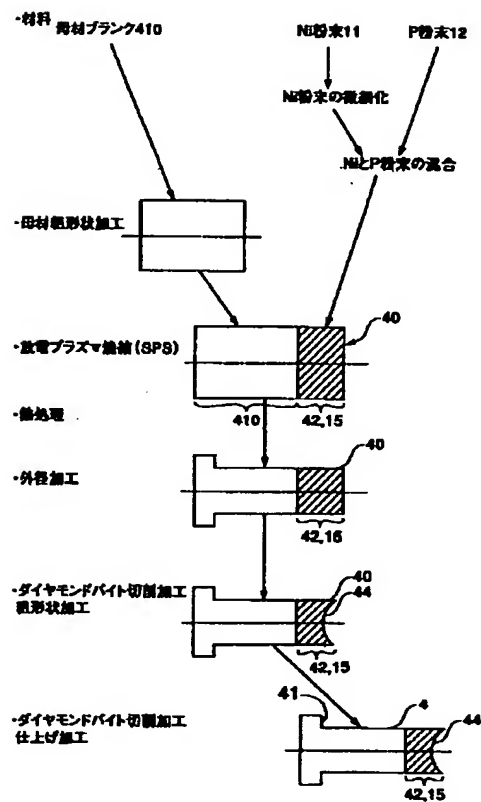
【図3】



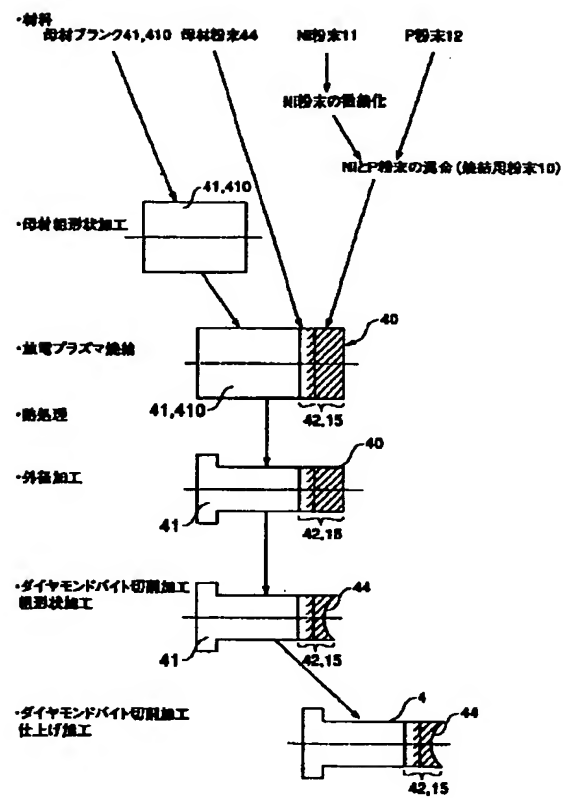
【図5】



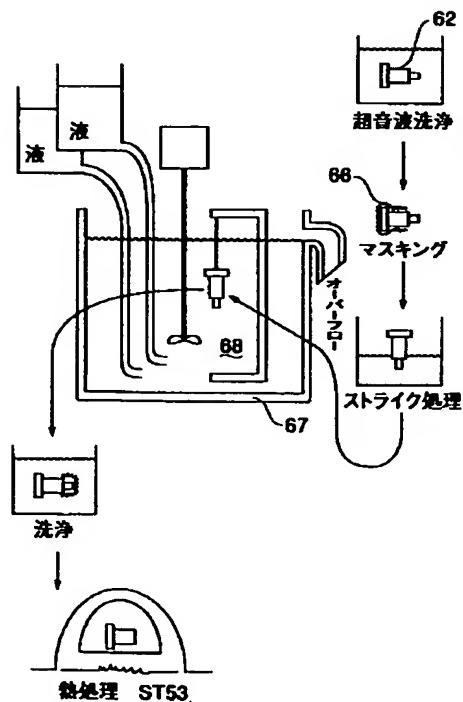
【図6】



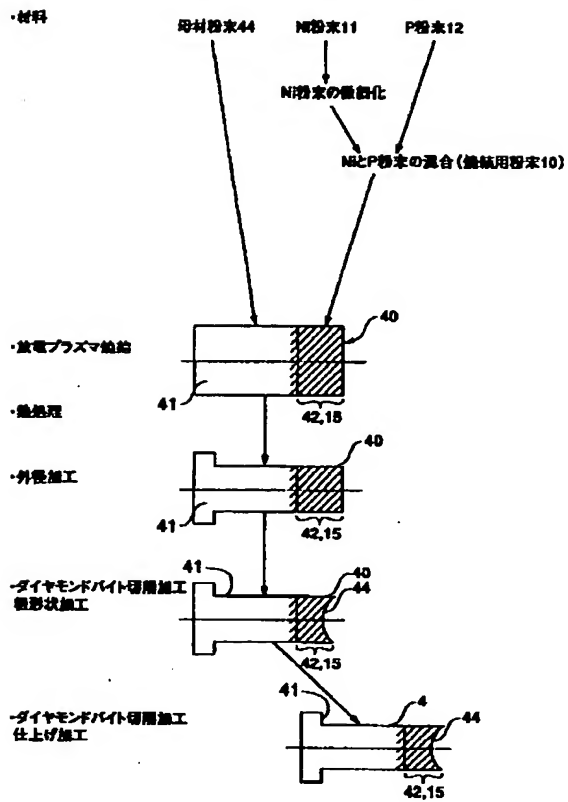
【図7】



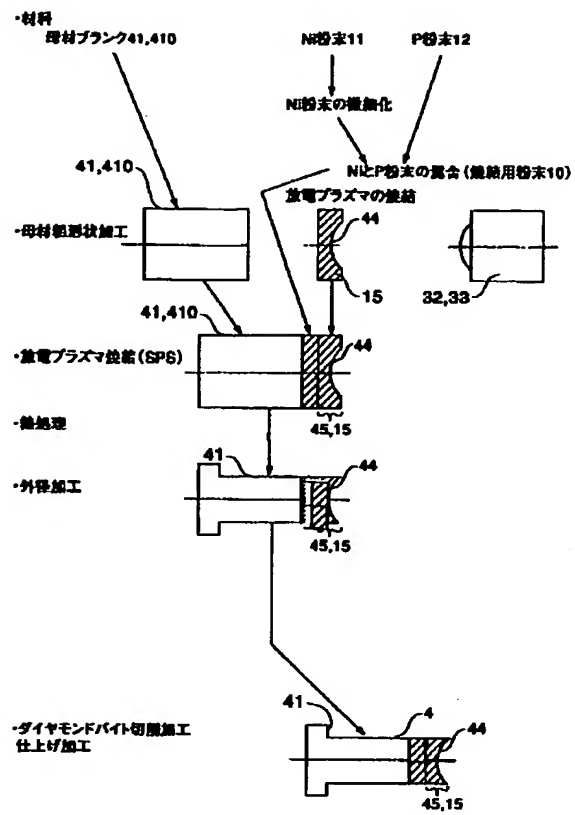
【図12】



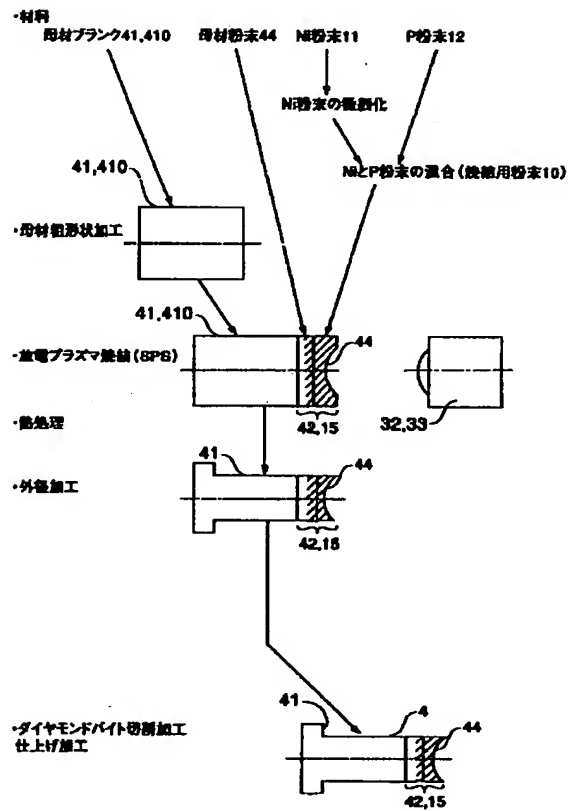
【図8】



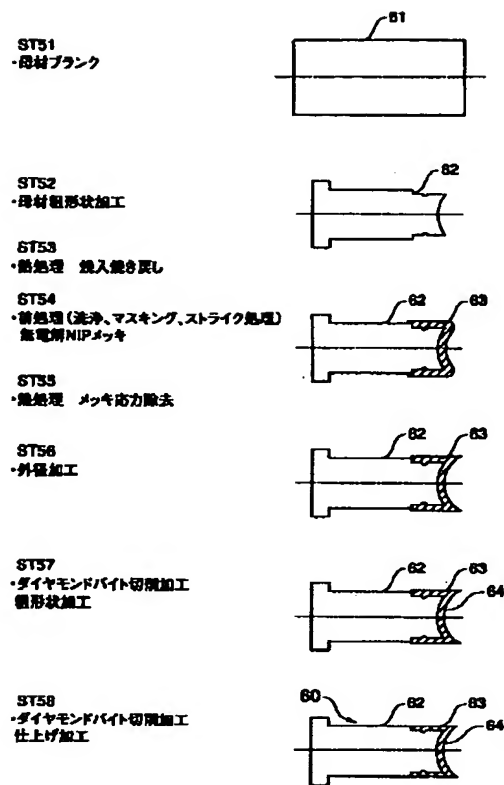
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(71)出願人 591021671

日新工機株式会社  
長野県茅野市米沢2104番1

(72)発明者 宮坂 和久

長野県諏訪市中洲4750番地11 諏訪熱工業  
株式会社内

(72)発明者 宮坂 好人

長野県諏訪市中洲4750番地11 諏訪熱工業  
株式会社内

(72)発明者 唐沢 均

長野県諏訪市中洲4750番地11 諏訪熱工業  
株式会社内

(72)発明者 淵田 忠正

長野県諏訪市中洲4750番地11 諏訪熱工業  
株式会社内

(72)発明者 西山 文毅

長野県諏訪市中洲4750番地11 諏訪熱工業  
株式会社内

(72)発明者 山本 潤一

長野県長野市若里1-18-1 長野県工業  
試験場内

(72)発明者 矢島 洋一

長野県長野市若里1-18-1 長野県工業  
試験場内

(72)発明者 古畑 肇

長野県長野市若里1-18-1 長野県工業  
試験場内

(72)発明者 鶴田 正雄

東京都港区西新橋3丁目20番4号 住友石  
炭鉱業株式会社内

(72)発明者 宮本 真一

東京都港区西新橋3丁目20番4号 住友石  
炭鉱業株式会社内

(72)発明者 谷 雅人

東京都港区西新橋3丁目20番4号 住友石  
炭鉱業株式会社内

Fターム(参考) 4F202 AH74 AH75 AJ02 CA30 CB01  
CD02 CD16 CD18 CD22 CD30  
CK11 CL01  
4K018 AA07 EA22 FA01 JA27 JA29  
JA34 JA38 JA40 KA18



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-277252

(43)Date of publication of application : 09.10.2001

(51)Int.Cl.

B29C 33/38  
B22F 3/105  
B22F 3/14  
B22F 5/00

(21)Application number : 2000-092717

(71)Applicant : SUWA NETSUKOGYO KK  
NAGANO PREFECTURE  
SUMITOMO COAL MINING CO LTD  
NISSIN KOHKI CO LTD

(22)Date of filing : 30.03.2000

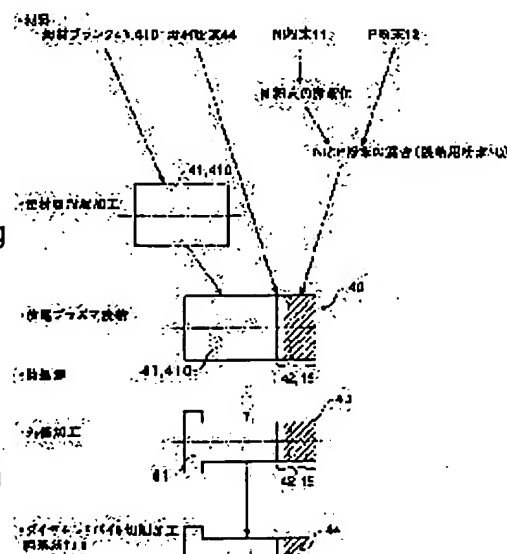
(72)Inventor : MIYASAKA KAZUHIISA  
MIYASAKA YOSHITO  
KARASAWA HITOSHI  
FUCHITA TADAMASA  
NISHIYAMA FUMITAKE  
YAMAMOTO JUNICHI  
YAJIMA YOICHI  
FURUHATA HAJIME  
TOKITA MASAO  
MIYAMOTO SHINICHI  
TANI MASAHIITO

(54) METHOD FOR PRODUCING CAVITY FORMING MOLD, CAVITY FORMING MOLD, AND RESIN MOLDING

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for producing a cavity forming mold for molding a resin which can reduce production costs and improve a yield by implementing mechanical processing such as diamond bite cutting processing precisely even without implementing electroless nickel-phosphorus plating, the cavity forming mold, and a resin molding.

**SOLUTION:** In the method for producing the cavity forming mold 4, a part to be subjected to diamond bite cutting such as a cavity forming surface 44 in the prototype 40 of the mold 4 is



formed from a nickel-phosphorus sintered body 15. In the boundary part between the sintered body 15 and a base material, by continuously changing the component ratio between powder 10 for nickel-phosphorus sintering used for discharge plasma sintering and sintered iron powder 44 constituting the base material 44, the sintered body 15 and the base material 44 are joined together slantingly.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]